高速スピンドル装置取扱マニュアル

平成２０年度地域イノベーション創出共同体形成事業

（研究開発環境支援事業）

２．装置の主要目的

現在、輸送機械部品（自動車、航空機等）や金型パーツを加工する企業の多くは仕上げ加工として研削に依存している。そのため、加工能率向上を目指してエンドミル加工では、工具の進歩により被削材への切込みを浅くして高速回転（30,000rpmから40,000rpm）による高送り加工法（直彫り加工法）が主流となっているが、岩手県内中小企業の多くは高価な設備導入が出来ず、その恩恵にあずかれないでいる。

そこで、本装置は、φ1mm以下の小径エンドミル及び電着砥石を60,000rpm～150,000rpmの高回転で駆動することができる装置で、既存のマシニングセンターにこの装置を取り付けて使用する。

本装置を使用することにより、精密金型やインジェクションノズル及び半導体素子の加工で要求が高いφ1mm以下の切削工具の使用した微細領域を対象にした切削現象を解明することで，中小企業への技術移転が容易に行え、基盤技術の高度化に寄与できる。

３．取り扱いに当たっての注意事項

（１）各装置における共通内容

・工作機側の主軸は絶対に回さないこと
・装置によって、使用可能な工具径の制限があるので、確認すること

（２）個別内容

（２－１）高トルク型高速スピンドル装置

・モータ冷却用として、 0.25～0.3MPa、30NL/minの乾燥空気が別途必要
・エージング（慣らし運転）作業で、必ず無負荷の状態で3万回転で10分間稼動すること（Z方向の変位がストップ）
・制御器の電源を切る際は、ベアリングに加工液が入らないように工作機側で止めてから、冷却エアーを止めること

（２－２）高速スピンドル装置

・駆動用として、 0.3～0.5MPa、90NL/minの乾燥空気が別途必要

４．機器取扱説明書

４－１　高トルク型高速スピンドル装置

（別紙資料1参照のこと）

４－２　高速スピンドル装置

（別紙資料2参照のこと）

５．関連機器

〇操作取扱説明書　**（別紙資料3参照のこと）**

〇購入機器と既存機器を複合的に使用した場合のメリットについて
・現有機器（三井精機、VS-3A）では主軸回転数が最高2万rpmであるため、小径工具（Φ1.0以下）を用いた加工では能率を重視した高送り加工（低切込み、高速回転及び高速送り）ができない。
そのため、本購入装置を使用することにより、高送り加工が実現できる。

６．詳細機器マニュアル

６－１　高トルク型高速スピンドル装置
モータスピンドルSF3060
コントロールパックCSF600

（別紙資料４－１，４－２参照のこと）

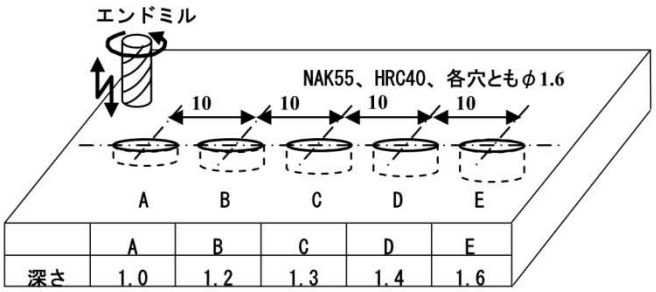
４－２　高速スピンドル装置
超精密高速エアータービンスピンドルHTS1501S
エアーラインキッドAL-0304

（別紙資料４－３，４－４参照のこと）

7. 実例

2種類の高速スピンドル装置を使用して、高速切削加工に関する基礎的知見を得るため、小径工具によるプレハードン鋼の穴あけ加工を実施したしたところ、以下のことがわかった

・工具磨耗がコーティング皮膜剥離に起因として進行する。
・スピンドル剛性が小さいため、仕上げ加工条件については切り込み低減等の検討が必要である。



	A	B	C	D	E
深さ	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6

図1　加工イメージ（単位：mm)

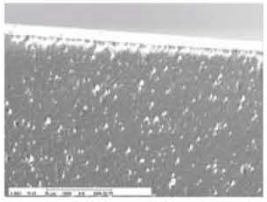
表1　加工条件

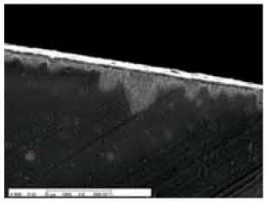
	固定条件			
	軸方向の切込みAd「mm」	半径方向の切込みRd「mm」	一刃当たりの送り「mm」	水溶性切削液使用
条件①	0.05	0.02	0.003	
条件②	0.05	0.02	0.003	
条件③	0.05	0.02	0.003	

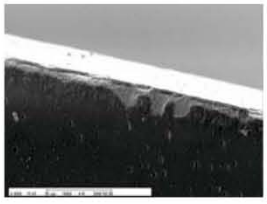
	可変条件				
	送り（軸方向）「mm/min」	送り（半径方向）「mm/min」	スピンドル回転数(rpm)	（切削速度）「m/min」	使用スピンドル
条件①	60	120	20000	62.83	SF3060-BT40
条件②	100	360	60000	188.49	SF3060-BT40
条件③	100	900	150000	471.23	HTS1500

Φ1.0mmの2枚刃スクエアエンドミル使用

エンドミル底刃一部拡大（×1500）
「総切削距離19m」


新品


条件①


条件②

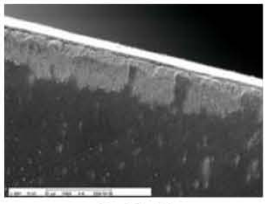

条件③

図２　工具磨耗写真

どの条件でも衝撃によるコーティング皮膜剥離が発生

8. 技術資料

東北地域には、金型加工関連企業が多く金型材の加工に関して高い技術を有している。岩手県も例外ではなく、三陸沿岸部に携帯電話用部品（微細ピッチコネク等）の一大製造拠点を形成しており、そのため製造に必要な金型加工に関する企業も多く存在し、高い加工技術を有している。しかし、輸送機械部品に使われる様々な素材の加工には不慣れであり、これが輸送機械分野への参入を阻む大きな要因の一つとなっている。

現在、輸送機械部品（自動車、航空機等）や金型パーツを加工する企業の多くは仕上げ加工を研削に依存しているが加工能率に問題がある。そのため、加工能率向上を目指して、研削加工からエンドミル加工へと切り替えが進められており、その加工方法は被削材への切込みを浅くして高速回転（30,000rpmから40,000rpm）させる高送り加工法（直彫り加工法）が主流となっている。しかし、岩手県内中小企業の多くが高送り加工法の導入のためには設備の切り替えが必要であり、その設備も高価なものであるため、現状では設備切り替えができず、その恩恵にあずかれないでいる。岩手県工業技術センターでも、保有する工作機械（三井精機、VS-3A）では主軸回転数が最高20,000rpmであり、小径工具（Φ1.0以下）を用いた加工では能率を重視した高送り加工（低切込み、高速回転及び高速送り）が不可能であったため、高速切削加工に関する加工情報の蓄積ができなかった。

ところで、昨今安価に高速加工が可能な設備として、外付け高速スピンドル装置が市販されているが、この高速スピンドルを用いた加工方法に関するノウハウ情報（加工上の注意点、加工条件等）は一般に知られておらず、導入判断に苦慮している企業も多い。そこで、この高速スピンドルに関する情報を提供することにより判断材料が増え、置き換えが可能ならば安価でかつ高能率な加工が期待できる。そのため、外付けの高速スピンドルを用いて、高速切削加工領域（工具回転数が30,000rpm以上の領域で生じる工具の低摩擦領域や高硬度材料の切削加工を可能とする領域）における加工特性を探求し、CFRPや高硬度材料の最適加工条件を見出すことを目的として、プレハードン鋼による30,000rpm以上の高速切削加工を実施した。

その結果、高速切削加工において、工具磨耗がコーティング皮膜剥離を原因として進行すること、スピンドル剛性が小さいため、仕上げ加工条件については切り込み低減等の検討が必要であることがわかった（加工条件等については実例７参照のこと）。今回、切削速度についてのみ言及し検討を行ったので、高速切削加工に関する最適化好条件を検討する場合、切削速度、送り速度及び切り込みに関する影響についても、深く考慮する必要があると考える。